

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN
ENGORDE DE CERDOS, UTILIZANDO
EL SISTEMA DE CAMA PROFUNDA CON DIFERENTE
DENSIDAD POBLACIONAL**

LUISA FERNANDA ÁLVAREZ MÉNDEZ

Médica Veterinaria

GUATEMALA, MAYO DE 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN
ENGORDE DE CERDOS, UTILIZANDO EL SISTEMA DE CAMA
PROFUNDA CON DIFERENTE DENSIDAD POBLACIONAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

LUISA FERNANDA ÁLVAREZ MÉNDEZ

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, MAYO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Marylin Elisa Reyes Valenzuela
VOCAL V:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

LICDA. ZOOT. CINTIA KARINA SOLARES LEAL

M.A. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN ENGORDE DE CERDOS, UTILIZANDO EL SISTEMA DE CAMA PROFUNDA CON DIFERENTE DENSIDAD POBLACIONAL

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por darme la vida y las fuerzas que me permitieron cumplir y llegar a esta meta.
- A MI MADRE:** Julia Méndez de Alvarez por guiarme siempre, por todo su apoyo, amor y sacrificios que me ayudaron a cumplir esta meta. Lo más importante por confiar siempre en mí.
- A MI PADRE:** Guillermo Álvarez por todos sus esfuerzos y sacrificios para que yo pudiera llegar a alcanzar este triunfo, por cada uno de sus sabios consejos que me dieron la fuerza para llegar a este día.
- A MI HERMANA:** Alejandra por ser un ejemplo de alegría, por todo su apoyo.
- A MIS HERMANOS:** José y Andrés, por todo su apoyo por sacarme siempre de todos los apuros, porque nunca dicen no cuando yo los necesito y por su cariño.
- A MIS TIAS:** Aurora Pérez y Asunción Méndez por estar siempre conmigo, por todo el apoyo que me brindaron durante los seis años de la carrera.
- A MI PRIMA:** María de los Ángeles por ser como mi segunda hermana y por su apoyo incondicional durante los seis años de mi carrera.

A MIS ABUELAS:

Por estar siempre pendientes de mi y por cada una de sus oraciones.

A MIS AMIGOS:

Wendy Hernández mi compañera y amiga desde el primer día de clases, José Paniagua mi mejor amigo siempre en las buenas y en las malas, Jessica López por estar siempre pendiente y por su apoyo incondicional, Liliana Barrio, Dione Méndez por su cariño, Abby López por su cariño y ánimos a seguir siempre adelante, Ana Albizuris por ser esa amiga y compañera en las buenas y en las malas, Paola Pacheco, Ludo, Pablo Cabrera compañeros y amigos de módulos por esos momentos tan alegres en esa etapa de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

**A LA TRICENTENARIA
UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE
GUATEMALA:** Especialmente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme formado profesionalmente y prepararme para servir y ayudar al pueblo de Guatemala.

**A MIS
CATEDRÁTICOS:** Por haberme compartido sus conocimientos y consejos.

A MIS ASESORES: Licda. Cintia Solares por su conocimiento, tiempo compartido, al M.A. Jaime Méndez por su tiempo y ayuda. A los dos gracias por aceptar ser mis asesores y compartir sus conocimientos para poder realizar este estudio.

**A LA ASOCIACION DE
PORCICULTORES DE
GUATEMALA
(APOGUA):** Por brindarme el espacio y todos los materiales para poder realizar este estudio. Por la confianza y el apoyo.

A TODA MI FAMILIA: Por todo su apoyo desde el inicio hasta el final de esta carrera.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS.....	2
III.	OBJETIVOS.....	3
	3.1 Objetivo General.....	3
	3.2 Objetivos Específicos.....	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	4.1 Sistema de cama profunda.....	4
	4.2 Ventajas y desventajas de los sistemas de producción de cerdos en cama profunda.....	5
	4.2.1 Ventajas.....	5
	4.2.2 Desventajas.....	7
	4.3 Manejo técnico de cerdos en cama profunda.....	8
	4.3.1 Galpón tipo túnel.....	8
	4.3.2 Galpones sin divisiones.....	8
	4.3.2.1 Ventilación.....	9
	4.3.2.2 Tamaño del galpón y su densidad.....	9
	4.3.2.3 Cama.....	10
	4.3.2.4 Manejo de la cama.....	10
	4.3.2.4.1 Maderas que no puede utilizarse.....	11
	4.3.2.5 Manejo de agua y alimento.....	12
	4.4 Parámetros productivos en los sistemas de producción de cerdos en cama profunda.....	13
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
	5.1 Materiales.....	14
	5.1.1 Ubicación del estudio.....	14
	5.1.2 Recursos humanos.....	14
	5.1.3 Recursos de campo.....	14
	5.1.4 Recursos de tipo biológico.....	14

5.1.5	Centro de referencia.....	15
5.2	Metodología.....	16
5.2.1	Procedimiento de campo.....	16
5.2.1.1	Preparación de los corrales.....	16
5.2.1.2	Alimentación de los cerdos.....	17
5.2.1.3	Ingreso de los cerdos.....	17
5.2.1.4	Selección de la muestra.....	17
5.3	Diseño estadístico.....	19
5.3.1	Variables.....	19
5.3.2	Análisis de datos.....	19
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
6.1	Ganancia diaria de peso.....	20
6.2	Conversión alimenticia.....	21
6.3	Consumo de alimento.....	21
6.4	Análisis económico.....	21
VII.	CONCLUSIONES.....	23
VIII.	RECOMENDACIONES.....	24
IX.	RESUMEN.....	25
	SUMMARY.....	27
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
XI.	ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1

Comparación de acuerdo a distintos autores de los parámetros productivos en cama profunda y cerdo confinado.....13

Cuadro No. 2

Ganancia diaria de peso (g); en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015.....31

Cuadro No. 3

Conversión alimenticia; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015.....32

Cuadro No. 4

Consumo de alimento por animal por día; en engorde de cerdos, Utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad Poblacional; Guatemala junio 2015.....33

Cuadro No. 5

Análisis económico comparativo en base a tasa marginal de retorno; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015.....34

Cuadro No. 6

Rubros obtenidos por tratamiento, en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; junio 2015.....34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1

Ganancia diaria de peso (g); en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015.....31

Figura No. 2

Conversión alimenticia; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015.....32

Figura No. 3

Consumo de alimento por animal por día; en engorde de cerdos, Utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad Poblacional; Guatemala junio 2015.....33

Figura No. 4

Beneficio neto; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; junio 2015.....35

I. INTRODUCCIÓN

En las explotaciones porcinas de la actualidad, se vela por un incremento productivo constante, con menores recursos y tiempo empleado. En un escenario de precios como el que se presenta actualmente en nuestro país, la mayoría de productores buscan alternativas que tiendan a disminuir los costos operativos y de inversión, así como también mejorar la eficiencia productiva en las pjaras, en especial de los sistemas de pequeña y mediana escala productiva.

El sistema de cama profunda ha sido una alternativa viable en la producción porcina de pequeña y mediana escala. Este es un sistema que se ha venido implementando años atrás en nuestro país, principalmente en el área rural. Productores de pequeña y mediana escala utilizan este sistema sin saber los datos exactos de la densidad poblacional. Es por ello que es necesario determinar con base a parámetros zootécnicos las características de manejo ideales para este sistema.

Cama profunda es una variación actual del diseño de construcciones, esquema de alojamiento y estilo de manejo que está siendo utilizada en la industria del cerdo.

El presente trabajo se realizará con el objetivo de contribuir a la evaluación del sistema en la producción de cerdos de engorde a pequeña y mediana escala y disponer de bases científicas-técnicas para implementar la densidad población ideal, para obtener los mejores parámetros productivos (ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento) así como también una mejor tasa marginal de retorno.

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia significativa en los parámetros productivos (ganancia diaria de peso, ganancia de peso acumulado, conversión alimenticia y consumo de alimento) en tres diferentes densidades poblacionales (1.15, 1.25 y 1.35 mts² /animal).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Generar información sobre los parámetros productivos en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la ganancia de peso y conversión alimenticia en cerdos de engorde, criados en cama profunda con tres diferentes densidades poblacionales.
- Evaluar el consumo de alimento en cerdos de engorde, criados en cama profunda con tres diferentes densidades poblacionales.
- Realizar un análisis económico con base a tasa marginal de retorno.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Sistema de cama profunda

La producción de cerdos en “cama profunda o piso de paja” es el proceso en el cual se utiliza paja, viruta, cascarilla de arroz, la cual se coloca sobre el piso de tierra de galpones. Estos galpones pueden ser instalaciones nuevas, galpones avícolas pre-existentes, galpones de almacenamiento, etc. (Departamento Técnico y Comercial, 2012).

El sistema de cama profunda es una alternativa viable en la producción porcina a pequeña escala, que contribuye al incremento de la producción de carne de cerdo en países en desarrollo con un mínimo impacto ambiental. (Cruz, Almaguel, Mederos y Gonzales, 2009).

Este sistema consiste en la producción de cerdos en instalaciones donde el piso de concreto se sustituye por una cama de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) o de café (*Coffea arabica*), hojas de maíz (*Zea mays*), bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), paja de trigo (*Triticum aestivum*), paja de soya (*Soja max*), una mezcla de varios de estos materiales bien deshidratados viruta, entre otros (Cruz et al., 2009).

Cruz et al., 2009 menciona que: Es un sistema muy económico pues permite reciclar instalaciones en desuso o construir instalaciones nuevas empleando materiales localmente disponibles. Genera un ahorro considerable de agua, y es además un sistema amigable con el medio ambiente por la baja emisión de residuos, la reducción considerable de malos olores y baja presencia de moscas (*Drosophila melanogaster*). Con la utilización de esta tecnología las deyecciones animales sufren un compostaje “in situ”, reduciendo los riesgos de contaminación

y se obtiene un fertilizante orgánico de excelente calidad para su uso en agricultura.

4.2 Ventajas y desventajas de los sistemas de producción de cerdos en cama profunda

4.2.1 Ventajas

Según Hill, 2000 las ventajas de estos sistemas están basados en los fundamentos que rigen el engorde de cerdos en cama profunda:

- **Desempeño animal**, se ha demostrado igual desempeño animal que los métodos tradicionales de producción, donde el rendimiento productivo y la eficiencia de producción no se ven comprometidos (Hill, 2000).
- **Respeto al animal, proporcionado por el mejor bienestar**, viene dado por mejoras en la conducta social, las interacciones sociales negativas entre animales son mínimas, las cerdos tienen suficiente espacio para establecer claramente áreas funcionales separadas, y pueden elegir su área y ambiente preferido en la mayoría de las veces; así entonces, en relación al bienestar animal, este sistema atiende las principales leyes ecológicas para una producción sustentable, tales como: a.- Los animales no deben ser sometidos a alguna forma de desnutrición., b.- No debe tener incomodidad física o térmica., c.- No deben estar sujetos a instalaciones que causen lesiones físicas o predispongan a enfermedades., d.- Los animales no deben estar sujetos a situaciones de ansiedad o estrés, y e.- Debe estar preservada la habilidad de los animales a expresar su comportamiento animal normal (Hill, 2000).
- **Protección del medio ambiente, debido al uso de todas las excretas, sobre la forma de compostaje, o como abono orgánico**, está dado por el manejo

de las excretas en forma sólida y no líquida; con la consecuente reducción de los olores, se reduce en más de 50% de emisión de amonio (NH_3) y de olores en comparación con los sistemas de piso de concreto.

La cama puede ser aplicada directamente en la agricultura, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos y aumentando la carga de materia orgánica en el suelo (Hill, 2000).

- **Menor inversión a corto y largo plazo**, está dada por que en estos sistemas se diseñan galpones sin piso de concreto o fosa, es decir, el piso es de tierra, lo cual permite la adecuada percolación de los residuos, y permite reducir los costos de producción, permite la construcción de galpones versátiles y de fácil manejo, con reducción significativa de uso de mano de obra en limpieza y manejo y por ende uso de fuentes de energía y agua (Hill, 2000).
- **“Marketing”; venta de un producto diferenciado, que atiende las exigencias del consumidor moderno**, están dadas por las tres mayores ventajas que existen para el desarrollo de sistemas de mercadeo especializado de cerdos que son: producción sustentable del cerdo, bienestar animal y la calidad de la carne (Hill, 2000).

Se puede resumir las ventajas de este sistema en:

- Bajo costo inicial de las instalaciones.
- Mejor atención a la legislación ambiental, debido al manejo correcto de las deyecciones.
- Menor consumo de agua, no utiliza agua para el lavado como en la producción tradicional para la eliminación de las deyecciones.
- Aprovechamiento de la cama para uso agrícola y como fertilizante orgánico, así como, materia prima para la producción de composta y humus de lombriz.

- Menor agresión de los animales, permitiendo un mejor desempeño del comportamiento productivo.
- Disminución de la expresión de vicios (canibalismo, mordeduras de paredes, vigas, etc.).
- Disminución de moscas y olores; estudios demuestran una reducción del 70% de amoníaco producido, pues los sistemas con cama de paja, apropiadamente manejados, pueden proveer beneficios en la salud para el productor así como para la cerda, especialmente en términos de calidad del aire.
- Disminución de la mortalidad y mejora de la uniformidad de los lotes.
- Posibilita la adopción de sistema de mercadeo.
- Mejor calidad de la carne (más tierna, de mejor sabor y textura) debido a mayor actividad de las células musculares, una menor acción de los gases del medio ambiente y mayor consumo de fibra (cama).

4.2.2 Desventajas

- Aumento en la mano de obra para la colocación y retiro de la cama.
- Disponibilidad de material de cama.
- Costo de la cama.
- Disponibilidad de maquinaria apropiada.
- Manejo individual de los animales, mayor dificultad para acarrear animales.
- Zona con vientos demasiados fuertes.
- Mayor necesidad del manejo adecuado de los animales y la cama.
- Mayor necesidad de ventilación.

4.3 Manejo técnico de cerdos en cama profunda

Existen básicamente dos tipos de galpones con cama profunda, las cuales

poseen características particulares (Hill, 2000).

4.3.1 Galpón tipo túnel

Este se utiliza en climas templados, constituidos por una armazón tubular de hierro en forma de arco que soporta una cubierta de polipropileno sujeta a una media pared de madera o concreto de 1.2 a 1.8 metros de altura. Estas instalaciones han sido diseñadas para alojar 180 a 200 animales con un área de 1.1 m² por animal (0.84 m² de cama, 0.27 m² área de concreto) (Hill, 2000).

4.3.2 Galpones sin divisiones

Este sistema tiene como objetivo fundamental minimizar la inversión inicial, pero obtener a la vez índices zootécnicos acordes con el objetivo final de la actividad, que es un nivel de rentabilidad adecuado para el inversionista.

Se caracteriza por tener medioambiente controlado a través de una ventilación natural a lo largo de la instalación, con un sistema de alimentación seco/húmedo para maximizar la producción; las instalaciones están diseñadas para alojar entre 500 y 2,800 cerdos, dependiendo tamaño del galpón, flujo y densidad animal. El tamaño ideal de los lotes es de 200 a 250 animales, así también se deben de tener animales de una sola edad por lote, con variación máxima de una semana entre lotes, lo cual se recomienda para evitar transmisión de enfermedades con un manejo de todo dentro- todo fuera (Hill, 2000).

En estos sistemas los aspectos sanitarios son los que más preocupan: (Mores, 2000) reporta que el uso de esta tecnología, reduce el canibalismo, problemas en los cascos y articulaciones; sin embargo, en algunos rebaños se ha observado una mayor ocurrencia de linfadenitis por *Mycobacterium avium*-

intracellulae, las cuales se pueden multiplicar bajo condiciones particulares de humedad y temperatura.

4.3.2.1 Ventilación

Cuando consideramos el galpón y su diseño, es fundamental tener en cuenta que el mismo debe ser angosto, para poder utilizar, desde un comienzo las ventajas de la ventilación natural.

Un galpón con buena ventilación garantiza la viabilidad de los animales en el sistema. Es importante conocer que el uso de cama aumenta el calor dentro del galpón. Algunos estudios demuestran que aumentan alrededor de 8 °C por encima de la cama en relación al medioambiente externo, por eso es preferible locales bien ventilados (Hill, 2000).

4.3.2.2 Tamaño del galpón y su densidad

Un adecuado tamaño y el respeto de la densidad, tanto en fuentes de agua, como en sitios de alimentación, es muy importante para el éxito en el uso del galpón de cama profunda, la densidad animal recomendada en este sistema está alrededor de 1.4 m² por cerdo, para garantizar el buen uso de la cama y minimizar los requerimientos de manejo. (Faner, 2015).

Los mejores galpones son aquellos de un ancho entre los 12 y 14 mts. Está probado que, estando bien orientados (eje principal E-O), son los mejores comportamientos en sistemas de ventilación natural, y en caso de necesidad (temperatura externa o alta carga al final del ciclo) la colocación de una ventilación positiva (removedores de aire) es sencilla, posible y económicamente viable (Departamento Técnico y Comercial 2012).

Para galpones que superen los 14 mts de ancho, deberemos considerar desde un comienzo la colocación del sistema de ventilación adicional (Departamento Técnico y Comercial 2012).

4.3.2.3 Cama

En un galpón de cama profunda es fundamental enfatizar en el manejo de la cama, teniendo en cuenta el tipo de cama, cantidad, calidad, profundidad y mantenimiento; por lo que es necesario ir agregando cama limpia y seca regularmente para lograr que el galpón permanezca seco y con menos olor. Faner, 2015 recomienda que la cama por lo menos tenga 0.5 mts de espesor. El piso debe ser siempre de tierra y sobre este se coloca una capa de piedra y arena para el filtrado de líquidos, los materiales más usados son; concha de arroz, soca de maíz, viruta, heno de gramíneas. Dependiendo de la ventilación es necesario ir agregando más cama durante el periodo de engorde. Una regla práctica del sistema, es que se asume que es usado 1 kg de cama por cada kg de carne de cerdo producido. Por tanto, un cerdo que entre de 20 kg y se engorda hasta los 100 kg, son necesarios 80 kg de cama para abrigarlo durante el periodo de 3 meses de engorde. Entonces, debido al gran consumo de cama el sistema es indicado para regiones que tengan buena disponibilidad de la misma (Faner, 2015).

4.3.2.4 Manejo de la cama

El manejo del galpón y la cama corresponde a todo dentro-todo fuera, se coloca la cama, se ingresan a todos los animales con la misma edad y peso, una vez llegan al peso de venta se retira el hato del corral, se saca toda la cama con una pala, se deja una semana de vacío sanitario luego se coloca la cama nueva correspondiente para el nuevo ingreso de los animales (INTA, 2015).

La cama es uno de los elementos determinante en este sistema, pueden

utilizarse numerosos materiales y subproductos para la confección de camas.

Los más comúnmente usados son los rollos de paja de trigo, rastrojo de maíz, cáscara de maní, cáscara de arroz, viruta de madera y otros materiales de origen vegetal absorbentes y aislantes. (Faner, 2015).

4.3.2.4.1 Maderas que no puede utilizarse

- Elondo: un árbol tropical que produce una madera oscura y muy dura.
- Cedro: contiene ácido plicático, puede producir daños en el árbol traqueo-bronquial, la conjuntiva y las mucosas oral y nasal.

Previo a la introducción de los animales, se debe incorporar aproximadamente unos 20, 30-45 cm de cama. La incorporación de cama adicional no se hace necesaria hasta la sexta o séptima semana. A partir de allí, se va agregando cama seca y retirando cama húmeda cada 2 ó 6 semanas dependiendo de la época del año, se observó que para el periodo invernal en el periodo destete hasta peso de faena que insumió 108 días de tratamiento se incorporaron al túnel 80 Kg. de cama de rastrojo de maíz por cerdo, mientras que durante el ciclo de verano que insumió 114 días se utilizaron 55 Kg. del mismo material (INTA, 2015).

Con camas alternativas a las camas tradicionales como la cáscara de arroz se obtienen buenos resultados, el rastrojo de soja se descompone más rápidamente, es áspero y punzante. La viruta de madera, presenta algo de polvillo, se compacta rápidamente, no es la más recomendable (INTA, 2015).

La paja de trigo y el rastrojo de maíz son considerados como los materiales de mejor calidad para este uso. Una cama en un estado de uso óptimo presentará un 25 % del área húmeda o de defecación, un 15 % de área blanda o de transición y un 60 % de área seca. (INTA, 2015).

4.3.2.5 Manejo de agua y alimento

Es importante garantizar una buena provisión de agua. Considerar un chupete cada 10 a 12 animales (Departamento Técnico y Comercial 2012).

Los comederos a utilizar deben ser del tipo seco-húmedo, ya que no solo ofrecen ventajas en cuanto a consumo y conversiones, sino que desde el punto de vista del manejo de la humedad de la cama son vitales (Departamento Técnico y Comercial 2012).

La cantidad de comederos está relacionada con las recomendaciones del fabricante. En la gran mayoría los mismos están diseñados para soportar una carga de 50 animales por unidad. Cada unidad o comedero con dos chupetes. (Departamento Técnico y Comercial 2012).

Los mismos deberán colocarse, en galpones de 12 a 14 mts de ancho, en una sola fila, y sobre ellos se podrá colocar un sistema de distribución automática. Es muy importante considerar el espacio entre los comederos y su ubicación con respecto a las paredes del galpón. La distribución de los mismos deberá ser de forma uniforme, de tal manera de abarcar toda la longitud del galpón (Departamento Técnico y Comercial 2012).

La distancia entre los comederos de una misma fila, debe ser de 6 a 9 mts dependiendo esto de la cantidad de comederos necesarios en función de la cantidad de cerdos a alojar (Departamento Técnico y Comercial 2012).

4.4 Parámetros productivos en los sistemas de producción de cerdos en cama profunda

Varios han sido los trabajos que se han realizado en estos sistemas, sobre

todo en animales de ceba, en este sentido varios investigadores compararon el desempeño de cerdos bajo sistemas estabulados tradicionales y en galpones con cama profunda. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de acuerdo a distintos autores de los parámetros productivos en cama profunda y cerdo confinado

Autor	Eficiencia de conversión		Aumento diario (kg)		Consumo (kg)	
	C. profunda	Conf.	C. profunda	Conf.	C. profunda	Conf.
Brewer (1999) (1)	3,05	2,97	0,785	0,783	2,39	2,32
Larson et al. (2002) (2)	2,71	2,84	0,74	0,69	2,01	1,97
Agroporc (2001) (3)	2,93	2,87	0,769	0,796	2,25	2,28
Wastel et al.(2001) (4)	2,24	2,15	1,31	1,2	2,3	2,2
Honeyman et al. (2001) (5)	3,42	s/d	0,83	s/d	4,15	s/d
Rops (2002) (6)	3,46	3,31	0,784	0,753	2,72	2,49
Honeyman (2002) (7)	2,96	2,86	0,81	0,8	2,4	2,29
Honeyman et al. (2003) (8)	3,3	3,41	0,814	0,801	2,47	2,37

Fuente: Faner, 2015

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Ubicación del estudio

Granja de Mejoramiento Genético “Joya de Oro”, la cual se encuentra ubicada en el km 35 Aldea Sajcavilla, San Juan Sacatepéquez. Área de engorde con un sistema de cama profunda. La temperatura promedio es de 20 °C. El área de las instalaciones de la granja se encuentra a 1,845 m.s.n.m.

5.1.2 Recursos humanos

- Estudiante investigador
- Tres profesionales como asesores
- Personal de la granja porcina, encargado del área de engorde

5.1.3 Recursos de campo

- **Instalaciones:** una galera con 62 mts de largo por 12 mts de ancho, construida por pared de block a una altura de 1 mt. y malla con una altura de 1.90 mts. Con techos de lámina.
- **Tramos de confinamiento con piso de tierra:** 3 tramos con 55 mts². 5 mts de ancho por 10 mts de largo.
- **Bebederos:** 2 bebederos dobles por tramo
- **Comederos:** 1 comedero principal de tolva con capacidad para 40 cerdos y 1 comedero auxiliar con capacidad de 20 cerdos.

- Viruta
- Tierra
- Báscula
- Jaula para pesar
- Crayón marcador
- Aretes y areteadora
- Libreta de apuntes
- Lapicero
- Costales
- Alimento: fases inicio, crecimiento, desarrollo y “Paylean”
- Agua
- Botas de hule
- Overoll

5.1.4 Recursos de tipo biológico

- 132 cerdos de 9 semanas de edad.

5.1.5 Centro de referencia

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Asociación de Porcicultores de Guatemala (APOGUA)
- Internet

5.2 Metodología

5.2.1 Procedimiento de campo

Se utilizaron 132 cerdos de engorde con una edad promedio de 9 semanas distribuidos en tres corrales con una dimensión de 55m², con diferente densidad poblacional (1.15, 1.25, 1.35 m²/animal), para lograr estos espacios vitales se ubicaron 48, 44, y 40 animales/corral respectivamente; los tres corrales contaron con una cama profunda de 20cm de espesor, el material a utilizar como cama para los tres corrales fue viruta.

Cada corral contó con 2 bebederos automáticos dobles las 24 hrs del día, un comedero automático tipo tolva con capacidad para 40 cerdos y un comedero auxiliar para 20 cerdos.

5.2.1.1 Preparación de los corrales

Los corrales tenían una cama compuesta de tierra y viruta.

Se recomienda utilizar viruta de pino, nunca utilizar viruta de cedro y elondo estos pueden ser tóxicas.

La tierra fue desinfecta antes de colocarla en el corral. Para esto se utilizó una solución de 750ml de agua + 250 ml de diésel + 7 ml de Farm Fluid®, aplicada con una bomba de mochila.

Cada uno de los corrales fue nivelado con la tierra, posteriormente se agrego la cama compuesta de viruta.

5.2.1.2 Alimentación de los cerdos

Todos los cerdos fueron alimentados ad libitum utilizando alimento medicado con fórmulas balanceadas según la edad del animal.

5.2.1.3 Ingreso de los cerdos

Los cerdos evaluados fueron ingresados a los corrales de cama profunda con una edad de 9 semanas, previo al ingreso se tomó el peso individual de cada uno de ellos, el cual sirvió como referencia del peso inicial.

Para la ganancia de peso; se realizaron pesajes semanales, hasta la edad de venta. Para los pesos se tomó una muestra del 20% de cada lote, siendo así 10 animales para el lote de 48 animales, 9 animales para el lote de 44 animales y 8 animales para el lote de 40 animales.

5.2.1.4 Selección de la muestra

El lote de 48 animales fue enumerado del 1 al 48; para obtener el peso de la muestra de animales a trabajar, se eligió por sorteo 10 animales y luego, se calculó el peso promedio.

El lote de 44 animales fue enumerado del 1 al 44; para obtener el peso de la muestra de animales a trabajar, se eligieron por sorteo 9 animales y luego, se calculó el peso promedio.

En el lote de 40 animales que fue enumerado del 1 al 40, se obtuvo, por sorteo, el peso de 8 animales, para luego calcular la media.

Para determinar la conversión alimenticia se obtuvo el total del consumo de alimento dividido dentro de la ganancia de peso del periodo. La ganancia de peso del período resulta de la resta existente entre el peso final y el peso inicial. Se tomó el peso inicial y el peso final y la cantidad de alimento consumido por semana y por etapa.

Ganancia de peso del periodo= Peso final – Peso inicial

Conversión alimenticia= $\frac{\text{Total consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso del periodo}}$

Para sacar el consumo de alimento se tomó la cantidad en lbs de alimento consumido por día, por semana, por fase de alimento por la cantidad de animales que hay en el lote.

Por la naturaleza del estudio, como desperdicio se tomó en cuenta el alimento que sobró en los comederos, antes de servir el alimento del día, se revisaban los comederos y no quedaba nada de alimento en los mismos.

No se pudo tomar en cuenta el alimento que los cerdos tiraban fuera del comedero, debido a que el piso era de tierra y la cama de viruta, por lo que no fue posible medirlo.

Para la ganancia de peso por semana y por día, se tomó peso inicial por semana y peso final por semana.

Para sacar el análisis económico; se tomaron los precios de todos los materiales utilizados, precio del lechón, total de libras ingresadas, alimento consumido, mano de obra y transporte.

5.3 Diseño estadístico

Estudio Experimental completamente al azar, con 3 tratamientos y una repetición.

Tratamiento 1: Corral con una dimensión de 55m^2 , densidad poblacional de $1.15\text{m}^2/\text{animal}$, utilizando una cama de viruta con 20 cm de espesor.

Tratamiento 2: Corral con una dimensión de 55m^2 , densidad poblacional de $1.25\text{m}^2/\text{animal}$, utilizando una cama de viruta con 20 cm de espesor.

Tratamiento 3: Corral con una dimensión de 55m^2 , densidad poblacional de $1.35\text{m}^2/\text{animal}$, utilizando una cama de viruta con 20 cm de espesor.

5.3.1 Variables

- Ganancia de peso (gr/día)
- Consumo de alimento (lbs.)
- Conversión alimenticia (lbs.)
- Rendimiento económico (Q.)

5.3.2 Análisis de datos

Se realizó un estudio experimental completamente al azar con 3 tratamientos diferentes y una repetición.

Se utilizó estadística descriptiva: Media, Moda, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación.

Para las variables ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, se utilizó un análisis de varianza. Para el análisis económico una tasa marginal de retorno.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio se realizó en la Granja de Mejoramiento Genético “Joya de Oro”, en el área de engorde con un sistema de cama profunda, para el cual se utilizaron 132 cerdos de engorde con una edad promedio de 9 semanas distribuidos en tres corrales con una dimensión de 55m² con diferente densidad poblacional en donde la densidad 1.15 m²/animal era el grupo A, densidad 1.25 m²/animal grupo B y densidad 1.35 m²/animal grupo C.

6.1 Ganancia diaria de peso

Al analizar la variable ganancia diaria de peso en gramos (cuadro 1/grafica 1), se dieron los siguientes resultados: A (1.15 mts²/animal) 817.24 g \pm 155.64, B (1.25 mts²/animal) 962.77 g \pm 405.42, C (1.35 mts²/animal) 774.94 g \pm 387.46. Se encontró diferencia significativa entre los tres tratamientos ($P < 0.05$). Como se puede observar, la mejor ganancia diaria de peso fue obtenida por el tratamiento B (1.25 mts²/animal), mientras que la peor fue presentada por el tratamiento C (1.35 mts²/animal), colocándose de forma intermedia el tratamiento A (1.15 mts²/animal).

La restricción de espacio causa reducciones de la ingesta de alimento, debido al estrés que se produce por la competencia por la baja disponibilidad de alimento, lo que justifica la pobre ganancia de peso obtenida por el tratamiento A (1.15 mts²/animal). Según el estudio al utilizar la densidad del tratamiento C (1.35 mts²/animal) no se mostro mayor incremento de peso en los animales, debido a que existe una relación directamente proporcional entre espacio/animal y consumo de energía corporal (a mayor espacio, mayor consumo de energía), dando como resultado que el tratamiento B (1.25 mts²/animal) es la densidad optima para utilizar en este sistema, ya que existe un equilibrio entre espacio/animal y consumo de energía corporal.

6.2 Conversión alimenticia

Al analizar la variable conversión alimenticia (cuadro 2/ grafica2), se dieron los siguientes resultados: A (1.15 mts²/animal) 2.40 ± 0.43, B (1.25 mts²/animal) 2.30 ± 0.80, C (1.35 mts²/animal) 2.59 ± 0.54. No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). Pero al observar las medias el grupo B tiene una mejor conversión alimenticia debido a un mejor aprovechamiento del alimento, esto podría ser por la competencia que se ejerce al momento de alimentación. Con esto podemos ver una relación inversamente proporcional entre el número de animales por corral y la conversión alimenticia presentada por los mismos.

6.3 Consumo de alimento

Al analizar la variable consumo de alimento por animal por día en libras (cuadro 3/ grafica 3), se dieron los siguientes resultados: A (1.15 mts²/ animal) 4.7 ± 1.08, B (1.25 mts²/ animal) 5.14 ± 2.52, C (1.35 mts²/ animal) 5.04 ± 1.24. No se encontró diferencia significativa entre los tres tratamientos. Pero al observar las medias tenemos que el tratamiento B (1.25 mts²/animal) tiene un mejor consumo.

6.4 Análisis económico

La evaluación del análisis económico se presenta en el cuadro 4, se comparó en base a tasa marginal de retorno, donde el tratamiento A (1.15 mts²/animal) fue el más rentable de los tres, presentando una tasa marginal de retorno de 202.48%, al compararlo con el tratamiento B (1.25 mts²/animal), así mismo el tratamiento A (1.15 mts²/animal) presento una tasa marginal de retorno de 293.06%, al compararlo con el tratamiento C (1.35 mts²/animal), siendo este último el menos rentable de los tres, debido que al compararlo con el tratamiento B (1.25 mts²/animal) se obtuvo una tasa marginal de retorno de 355.54% a favor de este último.

Los rubros obtenidos por tratamiento (cuadro 4.1/grafica 4) expresan que el mejor beneficio neto fue proporcionado por el tratamiento A (1.15 mts²/animal) con Q.25, 593. 05, un beneficio intermedio obtenido por el tratamiento B (1.25 mts² / animal) con Q. 15,825.18 y el peor beneficio por el tratamiento C (1.25 mts²/animal) con Q.13, 503.18.

El tener más animales por unidad de espacio de forma razonable, genera un incremento en las ganancias de producción, debido a la maximización de las instalaciones de confinamiento, lo cual lo podemos observar en este estudio mediante los resultados obtenidos, donde nos indica que con mayores densidades de animales junto con condiciones adecuadas de manejo nos puede generar mejores ingresos brutos.

VII. CONCLUSIONES

- La mayor ganancia diaria de peso fue obtenida al utilizar un espacio de 1.25 mts²/animal, la cual fue de 962.77 gramos, encontrándose diferencia estadísticamente representativa.
- La menor conversión alimenticia se obtuvo al utilizar un espacio de 1.25 mts²/animal, la cual fue de 2.30 ± 0.80 lbs, la más alta fue obtenida al utilizar un espacio de 1.35 mts²/animal, la cual fue de 2.59 ± 0.54 lbs.
- El mejor consumo de alimento por animal por día se obtuvo al utilizar un espacio de 1.25 mts²/animal, el cual fue de 5.14 ± 2.52, y el peor fue obtenido al utilizar un espacio de 1.15 mts²/ animal, el cual fue de 4.7 ± 1.08.
- La mejor tasa marginal de retorno se obtuvo al utilizar una densidad poblacional de 1.15 mts²/animal, la cual fue de 202.48% comparado con la densidad de 1.25 mts²/animal y 293.06% comparada con la densidad de 1.35 mts²/animal.

VIII. RECOMENDACIONES

- Según resultados en este estudio es recomendable utilizar una densidad poblacional de 1.15, 1.25 y 1.35 mts²/animal ya que estadísticamente no hubo diferencia significativa en los parámetros productivos, pero económicamente se recomienda utilizar una densidad poblacional de 1.15 mts²/animal, ya que esta tuvo una mejor tasa marginal de retorno y mejor beneficio neto.
- Para obtener buenos resultados en el sistema de cama profunda es indispensable realizar un manejo adecuado de la cama, la cual puede ser de 20 a 50 cm.
- Se recomienda utilizar comederos adecuados, con el objetivo de no disminuir la superficie de área/ cerdo y evitar competencia y desperdicio.
- Para obtener mejores resultados productivos en los lotes de producción, se recomienda que sean lo más homogéneo posible, es decir de la misma edad y con la menor desviación estándar en cuanto a pesos.
- El utilizar un espacio de 1.35 mts²/animal no representa ningún beneficio para el productor a mediana escala, utilizando el sistema de cama profunda para el engorde de cerdos.

IX. RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Granja de Mejoramiento Genético “Joya de Oro”, en el área de engorde con un sistema de cama profunda, para el cual se utilizaron 132 cerdos de engorde con una edad promedio de 9 semanas distribuidos en tres corrales con una dimensión de 55m² con diferente densidad poblacional en donde la densidad 1.15 m²/animal era el grupo A, densidad 1.25 m²/animal grupo B y densidad 1.35 m²/animal grupo C.

- La mejor ganancia diaria de peso fue obtenida al utilizar un espacio por animal de 1.25mts²
- El mejor consumo de alimento/animal/día fue obtenido al utilizar un espacio por animal de 1.25 mts² con 962.77 ± 405.42.
- La mejor conversión alimenticia fue obtenida al utilizar un espacio por animal de 1.25mts² con 2.30 ± 0.80.
- La mejor tasa marginal de retorno fue obtenida al utilizar un espacio por animal de 1.15mts² con un beneficio neto de Q. 15,825.18.
- Los rubros obtenidos por tratamiento (cuadro 4.1/grafica 4) expresan que el mejor beneficio neto fue proporcionado al utilizar un espacio por animal de 1.15mts² con Q.25, 593. 05.
- El tener más animales por unidad de espacio de forma razonable, genera un incremento en las ganancias de producción, debido a la maximización de las instalaciones de confinamiento, lo cual lo podemos observar en este estudio mediante los resultados obtenidos, donde nos indica que con

mayores densidades de animales junto con condiciones adecuadas de manejo nos puede generar mejores ingresos brutos.

SUMMARY

This study was conducted in Breeding Farm “Joya de Oro”, in the area of fattening with a system of deep bed, for which 132 fattening pigs were used with an average age of 9 weeks divided into three pens with a dimension of 55m² with different density where then density 1.15m²/animal was the group A, density 1.25m²/animal group B and 1.35 m²/animal group C.

- The best daily gain was obtained by using an animal space 1.25 m².
- The best feed consumption/animal/ day was obtained using a space per animal of 1.25 m² with 962.77 ± 405.42.
- The best feed conversion was obtained by using a space 1.25mts² animal with 2.30 ± 0.80.
- The best marginal return rate was obtained using a space 1.15 mts² animal with a net profit of Q. 15, 825.18.
- The items obtained by the treatment (Table 4.1/graph 4) state that the best net benefit was provided using space per animal 1.15m² with Q.25, 593. 05.

Having more animals per unit of space reasonably, it generates an increase in production gains due to the maximization of containment facilities, which we can be observed in this study with the results, which indicates that higher densities of animals with suitable handling conditions we can generate better gross income.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Capiño Espinosa, G.P., (2007). Comportamiento de la Temperatura de la cama profunda de cerdos de engorde utilizando racimos de palma de aceite *Elaeis guineensis jacq.* Revista *ORINOQUIA*. Vol. 11, No. 1. Pp. 65-74. Colombia: Universidad de los Llanos.
2. Cruz, E., Almaguel, R.E., Mederos, C.M. y Gonzales, C. (Octubre 2009). Sistema de Cama Profunda en la Producción Porcina a Pequeña Escala. *Scielo*. Vol. 19. No 5. En: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-225920090005000009&script=sciarttext>. Consultado el 20 de febrero de 2015.
3. Departamento Técnico y Comercial (1 de Octubre de 2012). Producción de Cerdos en galpones de piso de paja o cama profunda. Obtenido de Universo Porcino El Portal del Cerdo. Recuperado de <http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/instalacionesporcinas092012producciondecerdosengalponesdepisodepajaocamaprofunda.html>.
4. Faner, C.L. (6 de Marzo de 2015). Cama Profunda en la Producción Porcina una alternativa a considerar. Obtenido de Universo Porcino El Portal del Cerdo. Recuperado de <http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/camaprofundaenlaproduccionporcina.html>
5. Hill, J.D. (2000). Deep Bed Swine Finishing, Manuscrito de Conferencia presentada en el 5º seminario de Suino cultura, Expo Center Norte, SP, Michigan State University, 27 y 28 de septiembre, pp. 83-88.

6. INTA, (2015). Cama Profunda o Túnel de Viento. Recuperado de http://inta.gob.ar/documentos/cama-profunda-o-túnel-deviento/atmulti_download/file/intacamaprofunda13.pdf
7. Mores, N (2000). Producción de Suinos en cama Profunda (Deep Bedding): Aspectos Sanitarios, Manuscrito de Conferencia presentada en el 5^o seminario de Suino cultura, Expo Center Norte, SP., 27 y 28 de septiembre, pp. 101-107.

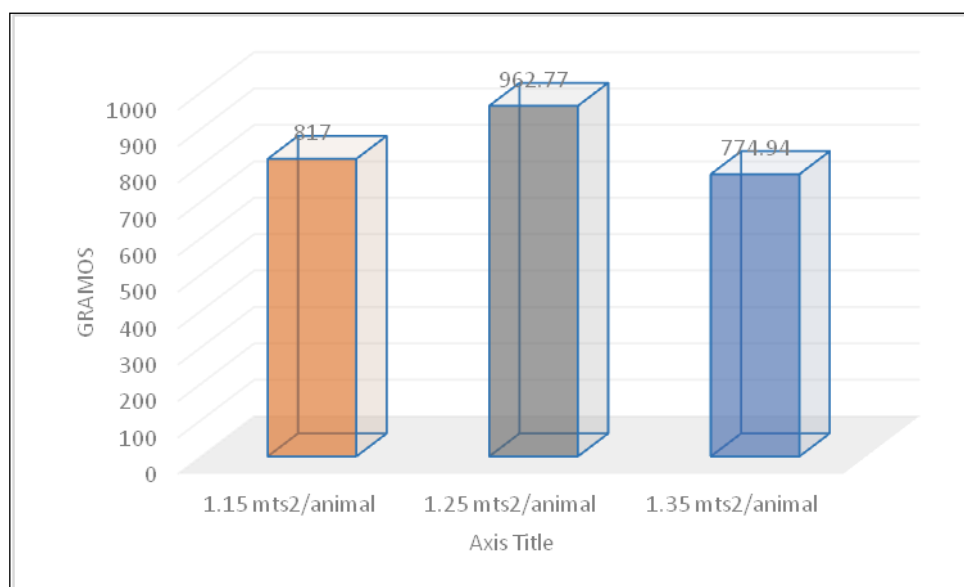
XI. ANEXOS

Cuadro No. 2 Ganancia diaria de peso (g); en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015

TRATAMIENTOS	MEDIA (g)	DESVIACION ESTANDAR (g)
1.15 mts ² /animal	817	155.64
1.25 mts ² /animal	962.77	405.42
1.35 mts ² /animal	774.94	387.46

Fuente: Datos experimentales

Figura No. 1 Ganancia diaria de peso (g); en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015



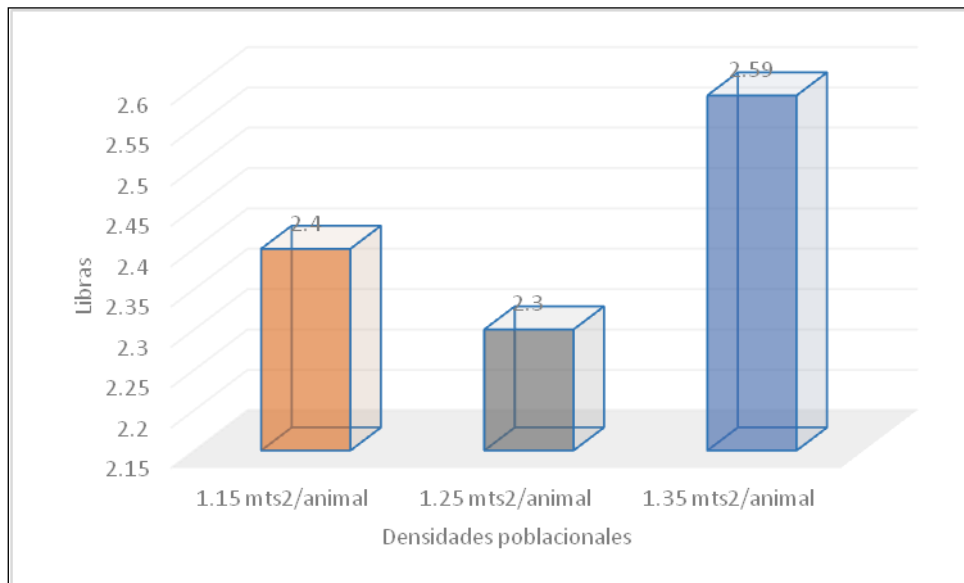
Fuente: Datos experimentales

Cuadro no. 3 Conversión alimenticia; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015

TRATAMIENTO	MEDIA (lbs.)	DESVIACIÓN ESTANDA (lbs.)
1.15 mts ² /animal	2.40	0.43
1.25 mts ² /animal	2.30	0.80
1.35 mts ² /animal	2.59	0.54

Fuente: datos experimentales

Figura No. 2. Conversión alimenticia; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015



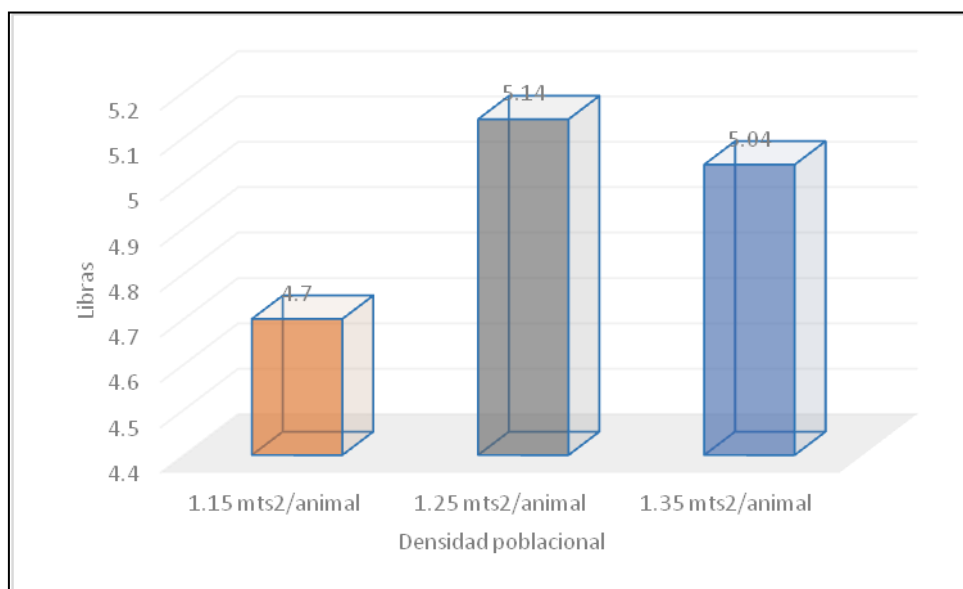
Fuente: datos experimentales

Cuadro No. 4 Consumo de alimento por animal por día; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015

TRATAMIENTO	MEDIA (lbs.)	DESVIACIÓN ESTANDA (lbs.)
1.15 mts ² /animal	4.7	1.08
1.25 mts ² /animal	5.14	2.52
1.35 mts ² /animal	5.04	1.24

Fuente: datos experimentales

Figura No. 3 Consumo de alimento por animal por día; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015



Fuente: datos experimentales

Cuadro No. 5 Análisis económico comparativo en base a tasa marginal de retorno; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; Guatemala junio 2015

TRATAMIENTOS	TASA MARGINAL DE RETORNO
1.15 mts./animal Vrs 1.25 mts/animal	202.48% a favor 1.15mts/animal
1.15 mts/animal Vrs 1.35 mts/animal	293.06% a favor 1.15 mts/animal
1.25 mts/animal Vrs 1.35 mts/animal	355.54% a favor 1.25 mts/animal

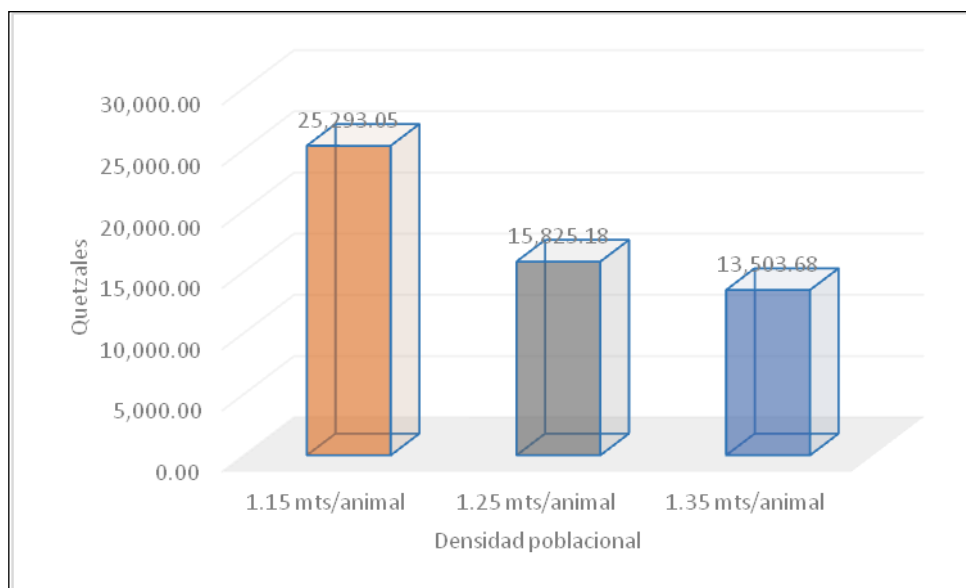
Fuente: datos experimentales

Cuadro No. 6 Rubros obtenidos por tratamiento, en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; junio 2015

TRATAMIENTO	INGRESOS BRUTOS (Q.)	COSTOS VARIABLES (Q.)	BENEFICIO NETO (Q.)
1.15 mts²/animal	90,475.00	65,181.95	25,293.05
1.25 mts²/animal	76,331.34	60,506.16	15,825.18
1.35 mts²/animal	74,662.78	61,159.10	13,503.68

Fuente: datos experimentales

Figura No. 4 Beneficio neto; en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional; junio 2015



Fuente: datos experimentales

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS EN
ENGORDE DE CERDOS, UTILIZANDO EL SISTEMA DE CAMA
PROFUNDA CON DIFERENTE DENSIDAD POBLACIONAL

f. _____

Luisa Fernanda Álvarez Méndez

f. _____

Licda. Zoot. Cintia Karina Solares Leal

ASESOR PRINCIPAL

f. _____

M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa

ASESOR

f. _____

M.A. Ligia Anaite González Quiñonez

EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. _____

M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez

DECANO